[文章编号 ]1000-2782(1999)06-0113-04

# 猕猴桃汁超滤操作参数对膜通量的影响

师俊玲,李元瑞,王鸿飞
(西北农业大学食品科学系,陕西杨陵 712100)

[摘 要] 研究结果表明,在用聚砜中空纤维膜超滤澄清猕猴桃汁过程中,操作压力、果汁温度、果汁浓度(料液中固形物含量)、超滤时间和料液流速对膜通量有综合性的影响;而且各因素与膜通量的简单相关之间也有一定的相互影响作用。通过多元回归分析,得出了超滤澄清猕猴桃汁工艺参数的较优回归方程。

[关键词] 猕猴桃汁;超滤;中空纤维膜;膜通量
[中图分类号] TS255.44 [文献标识码] A

超滤在果汁澄清方面的应用具有极大的优势和潜力。目前,已有将其用于锦橙汁[1]、哈蜜瓜汁[2]、苹果汁[3]等果汁澄清方面的研究。中空纤维膜用于果蔬汁澄清有浓度极化小、易清洗、易更换及料液中营养成分损失少等优点[4]。用中空纤维膜超滤澄清猕猴桃汁能达到理想的澄清效果[5]。在超滤过程中,操作压力、果汁温度、料液流速、超滤时间和果汁浓度是影响膜通量的主要因素,且这些影响之间还有一定的相关性。为了详细地研究这种关系,尽可能准确地把握其内在规律,本文就此进行了试验,并对试验结果进行了较为详细地分析。

## 1 材料与方法

*材料与仪器* 猕猴桃汁:用陕西周至产的秦美猕猴桃自制。果胶酶:Pectinex™ Ultra SP-L, Novo Nodisk Ferment生产。超滤膜:内压式聚砜中空纤维膜,陕西省新产品中试研究所生产。膜面积为 0.11 $m^2$,截留分子质量为 60 000 u,尺寸为 H5× 25 cm, pH 1~ 13,上限温度 80℃.微孔膜:醋酸纤维素酯膜,陕西省新产品中试研究所生产。孔径为 0.45 μm, pH 3~ 8,上限温度 40~ 45℃.超滤装置:如图 1所示。

*方法* 对所选因素按表 1中所列水平和 $U^{11}(11^{10})$均匀试验表进行五因素十水平的均匀试验,并选定膜通量为测定指标。

果汁浓度:果汁中的固形物含量与果汁浓度呈高度直线相关,且固形物含量可用手持糖度仪简便、快速地测出。因此,本试验用果汁中的固形物含量表示果汁浓度。

超滤试验:每次试验均在同一前提条件下进行,即试验开始前的膜通量一致。当系统在所设条件下稳定运转 1 min后测膜通量。每次试验结束后,及时对膜进行清洗,再进行下次试验。

[收稿日期] 1998-10-26
[基金项目] 陕西省"九五"攻关项目(97K05-G5)
[作者简介] 师俊玲(1972- ),女,硕士

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

膜通量的测定: 用烧杯接过滤液,同时用秒表计时,用滤过液体积除以所用时间即为膜通量。以 2 min为单位,重复测 3次后,求平均值即为试验结果。

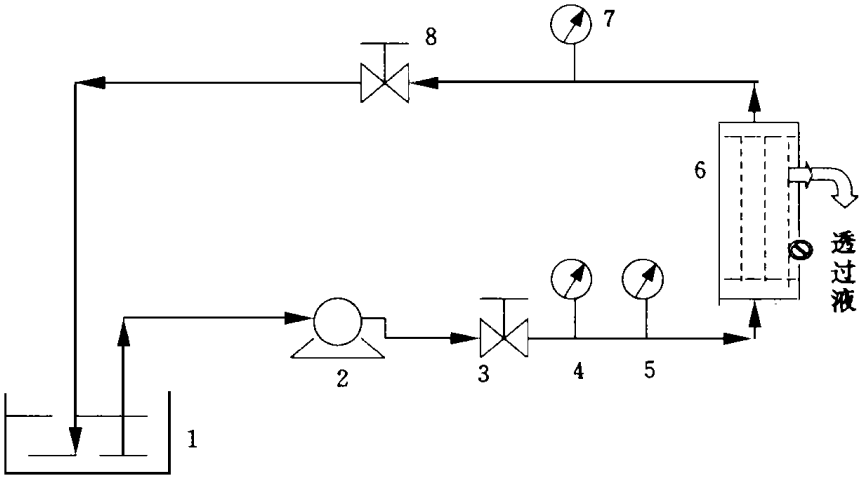


图 1 超滤系统装置图

1.盛料杯; 2.旋涡泵; 3.入口阀; 4.流量计; 5.入口压力表; 6.超滤膜; 7.出口压力表; 8.出口阀

表 1 均匀试验因素水平表

| 水 平 | 因 素 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 果汁中固形物含量 (C) /(g· kg⁻¹) | 操作压力 (P) / MPa | 果汁温度 (T) / ℃ | 料液流速 (V) / (L· h⁻¹) | 超滤时间 (t) / min |
| 1 | 10 | 0.01 | 20 | 10 | 10 |
| 2 | 20 | 0.02 | 25 | 18 | 20 |
| 3 | 30 | 0.03 | 30 | 20 | 30 |
| 4 | 40 | 0.04 | 35 | 25 | 40 |
| 5 | 50 | 0.05 | 40 | 30 | 50 |
| 6 | 60 | 0.06 | 45 | 30 | 60 |
| 7 | 70 | 0.07 | 50 | 40 | 70 |
| 8 | 80 | 0.08 | 55 | 45 | 80 |
| 9 | 90 | 0.07 | 60 | 50 | 90 |
| 10 | 100 | 0.045 | 65 | 55 | 100 |

## 2 结果与分析

试验结果见表 2所示。对数据进行通径分析,结果见表 3所示。

表 2 均匀试验结果

| 试验号 | C /(g· kg⁻¹) | P /MPa | T /℃ | V /(L· h⁻¹) | t /min | J /(mL· s⁻¹) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 0.02 | 30 | 30 | 70 | 3.766 |
| 2 | 20 | 0.04 | 45 | 55 | 30 | 5.863 |
| 3 | 30 | 0.06 | 60 | 25 | 100 | 6.401 |
| 4 | 40 | 0.08 | 20 | 50 | 60 | 7.989 |
| 5 | 50 | 0.045 | 35 | 20 | 20 | 5.726 |
| 6 | 60 | 0.01 | 50 | 45 | 90 | 2.835 |
| 7 | 70 | 0.03 | 65 | 18 | 50 | 5.173 |
| 8 | 80 | 0.05 | 25 | 40 | 10 | 5.851 |
| 9 | 90 | 0.07 | 40 | 10 | 80 | 6.684 |
| 10 | 100 | 0.07 | 55 | 30 | 40 | 3.187 |

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

表 3　均匀试验结果的通径分析

| 因素 | 间接影响 | | | | | 直接影响 | 总影响 | 普通单相关 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $C$ | $P$ | $T$ | $V$ | $t$ | | | |
| $C$ | | 0.345 | 0.046 | -0.028 | 0.046 | -0.062 | 0.347 | -0.336 |
| $P$ | -0.021 | | -0.049 | -0.008 | 0.019 | 1.017 | 0.958 | 0.988 |
| $T$ | -0.012 | -0.215 | | -0.025 | -0.076 | 0.230 | -0.098 | 0.811 |
| $V$ | 0.024 | -0.117 | -0.078 | | 0.043 | 0.078 | -0.055 | 0.414 |
| $t$ | 0.012 | -0.085 | 0.075 | -0.014 | | -0.023 | -0.239 | -0.822 |

由通径分析结果可以看出,各因素间的交互影响对其与膜通量($J$)的关系有很大影响。果汁浓度(固形物含量,$C$)、超滤时间($t$)与 $J$ 的普通相关系数均为负值,且 $t$ 大于 $C$;但是,经其他因素影响之后,其总影响变为 $C$ 大于 $t$,且 $C$ 的总影响变为正值。果汁温度($T$)、料液流速($V$)与 $J$ 的普通相关系数均为正值,且 $T$ 大于 $V$;通过其他因素路径后,虽然其总影响的大小顺序未变,但都变成了负值。

对其进行进一步的分析可知,各因素对 $J$ 影响的主次顺序为: $P \rightarrow T \rightarrow t \rightarrow V \rightarrow C$.这与对结果进行多元线性逐步回归的结果(回归方程为: $J = 2.294 + 70.784P + 0.020T - 0.021t$. $V$, $C$ 因影响不显著而被剔除出方程。)相符。

综合考虑各因素间的影响关系,对数据进行二次项和交互作用的多元回归分析,可得出较优回归方程为: $J = 3.326 + (26.342 - 0.584T + 0.198t) \cdot P + (0.0004C + 0.0003t - 0.0002V) \cdot T - 0.0003t^2$.方程的复相关系数为 $R = 1.0$,决定系数 $R^2 = 1.0$.式中各因素的单位分别为: $P$, MPa; $t$, min; $C$, g·kg$^{-1}$; $V$, L·h$^{-1}$; $T$, ℃.

## 3　讨　论

根据结果分析可知,就普通单相关和直接影响来看,操作压力($P$)、果汁温度($T$)、料液流速($V$)的增大都有利于膜通量($J$)的提高。但是,考虑到各因素之间的相互关系及工艺方面的要求,在实际操作过程中,$P$, $T$, $V$ 在条件允许的范围内取高值时,还受到一定的限制: $P$ 的取值不能超过膜及设备允许的范围和凝胶层形成时的操作压力(由单因素试验所得的 $P$-$J$ 曲线来测定); $T$ 的取值不应超过膜性能允许的范围和果汁中营养成分受损较大的温度(对猕猴桃汁来说,为 45~50℃); $V$ 的取值不应大于膜面所能承受料液垂直压力的限制范围。另外,过高流速所造成的高剪切力对料液中营养成分的保存也不利。

超滤时间($t$)和果汁浓度($C$)的增大都不利于膜通量的增加。但是,考虑到两者通过其他途径带来的有利影响,对于不经循环的超滤对象,可以不考虑 $C$ 对 $J$ 的影响;对于经循环超滤的对象,在刚开始时可以暂时不考虑 $C$ 对 $J$ 的不利影响,但是,当未透过液溶液的浓度增大到一定程度时,就不宜再继续进行循环操作,而应及时对膜进行清洗,再输入新的待滤液。

[参考文献]

[1] 刘达玉,周汉奎.超滤法生产锦橙清汁的研究[J].食品工业科技, 1996(6): 28~30.
[2] 杨　斌. CA-Ti 复合式膜超滤哈密瓜汁的研究[J].食品科学, 1985(8): 24~27.
[3] 蔡同一,张吉福.超滤技术在苹果汁澄清上的应用研究[J].食品工业科技, 1989(3): 8~13.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

[4] 无锡轻工业学院,天津轻工业学院.食品工程原理[J].北京: 轻工业出版社, 1987.
[5] 蒋茂贵,沈 青.猕猴桃饮料超滤前后的比较[J].食品科学, 1989(12): 34~37.

# Effects of operation parameters on permeating flux in the course of kiwifruit juice ultra-filtration

**SHI Jun-ling, LI Yuan-rui, WANG Hong-fei**
(*Department of Food Science, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

**Abstract** Operation pressure, feeding speed, juice concentration, ultra-filtering time and temperature are main factors that affect the permeating flux during ultra-filtering kiwi-fruit juice with hollow fiber PSF membrane. The optimal equation is worked out by regressing the experiment data.

**Key words** kiwi-fruit juice; ultra-filtration; hollow fiber membrane; permeating flux

# 西北农业大学与美国爱达荷大学签署校际合作协议

西北农业大学与美国爱达荷大学日前签订了校际合作协议。协议签字仪式于 9月 24日在北京长城饭店举行。全国政协常委、民盟中央副主席张宝文等有关方面领导及美国爱达荷州州长 Dr. Kempthorne和州政府有关部门官员出席了签字仪式。西北农业大学常务副校长李靖和爱达荷大学校长 Dr. Hoover分别代表双方在协议上签字。根据这一协议,两校将在今后五年中在远程教育、英语教学、短期培训、人员交流、科学研究等方面进行不同形式的合作。

(魏景刚 供稿)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w